

Analog Engineer's Circuit

三十倍频负载电流感应电路

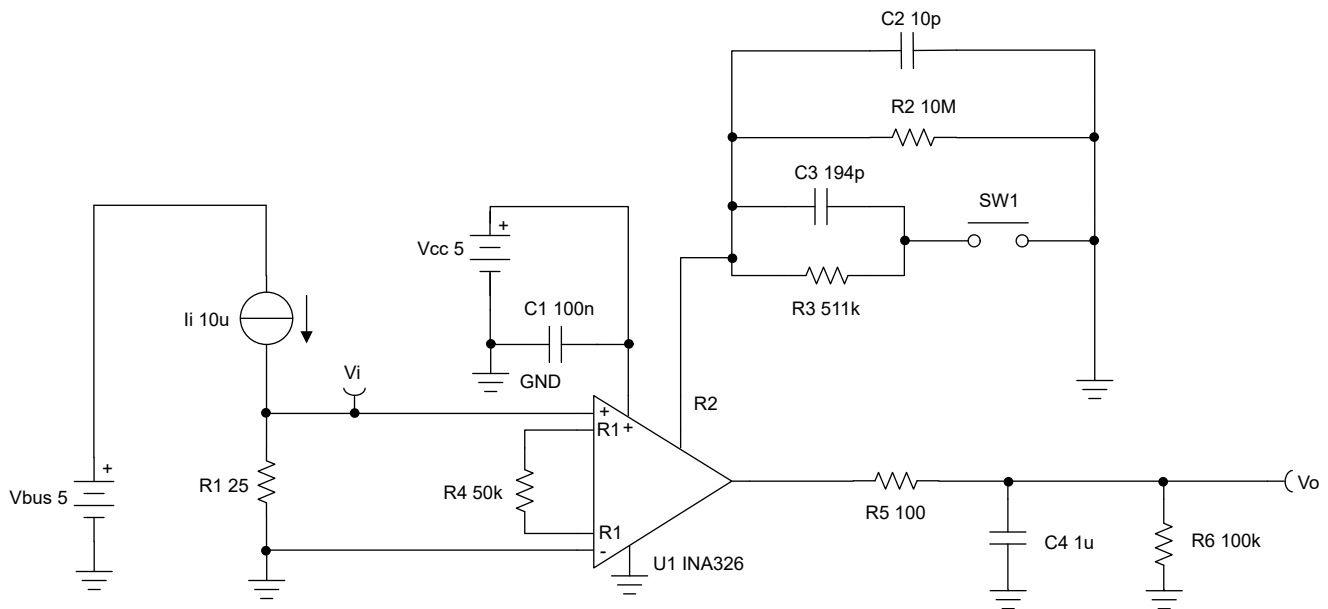


设计目标

输入电压		输出		电源		
I_{iMin}	I_{iMax}	V_{oMin}	V_{oMax}	V_{cc}	V_{ee}	V_{ref}
10 μ A	10mA	100mV	4.9V	5.0V	0V	0V

设计说明

此单电源低侧电流检测解决方案可以精确地检测 10 μ A 至 10mA 的负载电流。实施了独特而简单的增益开关网络，以准确测量三十倍频的负载电流范围。



设计注意事项

1. 使用最大分流电阻，以最大限度地减小在最小负载电流下的相对误差。
2. 针对 R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 选择 0.1% 容差电阻器，以实现大约 0.1% 的 FSR 增益误差。
3. 使用低导通电阻 (R_{on}) 开关，以最大限度地减小与反馈电阻的相互作用，保持增益精度。
4. 最大限度地减小 INA326 增益设置引脚上的电容。
5. 根据增益误差规格缩放线性输出摆幅。

设计步骤

1. 定义满标量程分流电阻。

$$R_1 = \frac{V_{iMax}}{I_{iMax}} = \frac{250mV}{10mA} = 25\Omega$$

2. 选择用于设置输出范围的增益电阻器。

$$G_{IiMax} = \frac{V_{oMax}}{V_{iMax}} = \frac{V_{oMax}}{R_1 \times I_{iMax}} = \frac{4.9V}{25\Omega \times 10mA} = 19.6 \frac{V}{V}$$

$$G_{IiMin} = \frac{V_{oMin}}{V_{iMin}} = \frac{V_{oMin}}{R_1 \times I_{iMin}} = \frac{100mV}{25\Omega \times 10\mu A} = 400 \frac{V}{V}$$

$$R_2 = \frac{R_4 \times G_{IiMin}}{2} = \frac{50k\Omega \times 400 \frac{V}{V}}{2} = 10M\Omega$$

$$R_2 \parallel R_3 = \frac{R_4 \times G_{IiMax}}{2} = \frac{50k\Omega \times 19.6 \frac{V}{V}}{2} = 490k\Omega$$

$$R_3 = \frac{490k\Omega \times R_2}{R_2 - 490k\Omega} = 515.25k\Omega \approx 511k\Omega \text{ (标准值)}$$

3. 选择用于输出滤波器的电容器。

$$f_p = \frac{1}{2 \times \pi \times R_5 \times C_4} = \frac{1}{2 \times \pi \times 100\Omega \times 1 \mu F} = 1.59kHz$$

4. 选择用于增益和滤波网络的电容器。

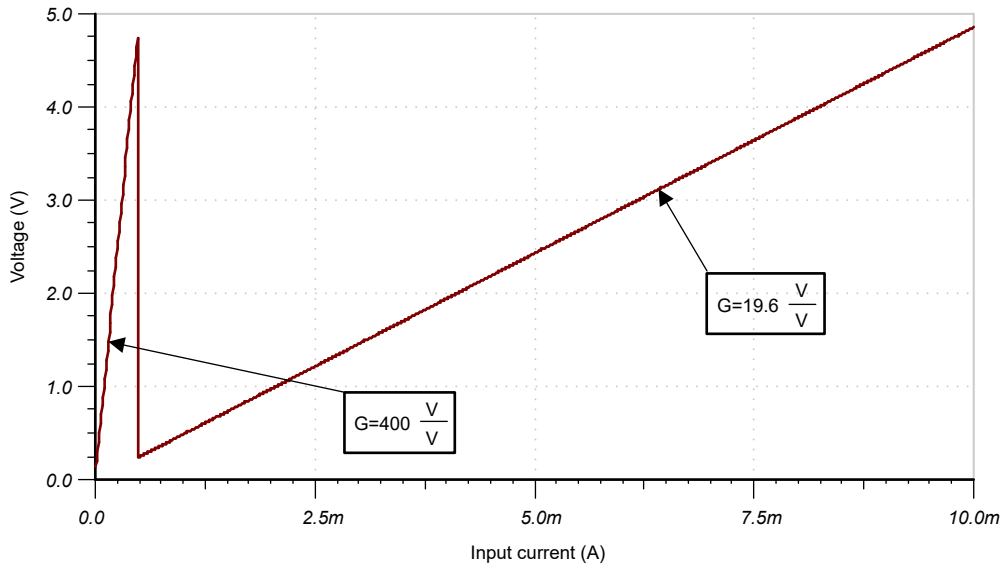
$$C_2 = \frac{1}{2 \times \pi \times R_2 \times f_p} = \frac{1}{2 \times \pi \times 10M\Omega \times 1.59kHz} = 10pF$$

$$C_3 = \frac{1}{2 \times \pi \times (R_2 \parallel R_3) \times f_p} - C_2 = \frac{1}{2 \times \pi \times (10M\Omega \parallel 511k\Omega) \times 1.59kHz} - 10pF$$

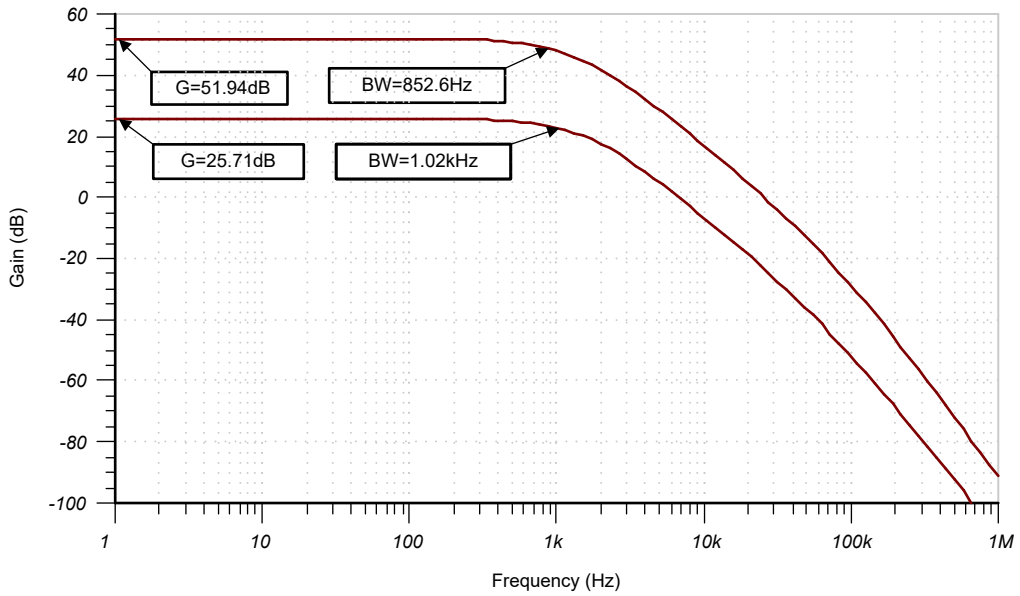
$$C_3 = 196pF \approx 194pF \text{ (Standard Value)}$$

设计仿真

直流仿真结果



交流仿真结果



设计参考资料

有关 TI 综合电路库的信息，请参阅 [模拟工程师电路手册](#)。

请参阅电路 SPICE 仿真文件 [SBOC498](#)。

请参阅 TIPD104 [电流检测解决方案、10µA 至 10mA、低侧、单电源](#)。

设计采用的运算放大器

INA326	
V_{ss}	1.8V 至 5.5V
V_{inCM}	轨到轨
V_{out}	轨到轨
V_{os}	0.1 mV
I_q	3.4 mA
I_b	2nA
UGBW	1kHz
SR	受滤波器限制
#通道数	1
INA326	

修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from JANUARY 28, 2018 to FEBRUARY 1, 2019

Page

- 缩减标题字数，将标题角色改为“放大器”。向电路指导手册登录页面添加了链接。..... 1

重要声明和免责声明

TI 提供技术和可靠性数据 (包括数据表)、设计资源 (包括参考设计)、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源, 不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保, 包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任: (1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品, (2) 设计、验证并测试您的应用, (3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。这些资源如有变更, 恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务, TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 的销售条款 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.ti.com) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司